

PLASTIC OPTICAL FIBER CABLE AND PLASTIC OPTICAL FIBER CABLE WITH PLUG

Publication number: JP2005031138
Publication date: 2005-02-03
Inventor: TOKIMITSU TORU; NODA TETSUYA; AOYANAGI SHU
Applicant: MITSUBISHI RAYON CO
Classification:
- international: **G02B6/44; G02B6/44;** (IPC1-7): G02B6/44
- european:
Application number: JP20030192929 20030707
Priority number(s): JP20030192929 20030707

Report a data error here

Abstract of JP2005031138

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plastic optical fiber cable having excellent adhesion property between a primary coated optical fiber and a coating material and having a low thermal shrinkage.

SOLUTION: The plastic optical fiber cable comprises a plastic primary coated optical fiber having a single layer or a multilayer of a sheath material layered on the periphery of the core material, and at least one layer of a coating layer formed on the primary coated optical fiber via an adhesion layer. In the plastic optical fiber cable, the outermost layer of the sheath consists of a resin composition (X) which is essentially formed of fluorine-containing olefin resin and has 1.31 to 1.41 refractive index. The adhesion layer consists of a resin composition (Y) which is essentially formed of chlorinated polyolefin resin. The innermost layer of the coating layer consists of a resin composition (Z) which is essentially formed of a polypropylene resin.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-31138

(P2005-31138A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 6/44

F 1

G02B 6/44 301A

G02B 6/44 316

テーマコード (参考)

2H050

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2003-192929 (P2003-192929)

(22) 出願日 平成15年7月7日(2003.7.7)

(71) 出願人 000006035

三菱レイヨン株式会社

東京都港区港南一丁目6番41号

(72) 発明者 時光 亨

広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイ
ヨン株式会社中央技術研究所内

(72) 発明者 野田 哲也

広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイ
ヨン株式会社中央技術研究所内

(72) 発明者 青柳 周

広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイ
ヨン株式会社中央技術研究所内

Fターム(参考) 2H050 AB43X AB48Y BA34 BB09Q BB15S
BC03 BD00

(54) 【発明の名称】 プラスチック光ファイバケーブル、及びプラグ付きプラスチック光ファイバケーブル

(57) 【要約】

【課題】 光ファイバ素線と被覆材との密着性に優れると共に、熱収縮率が小さいプラスチック光ファイバケーブルを提供する。

【解決手段】 芯材の外周に鞘材が単層若しくは多層に積層されてなるプラスチック光ファイバ素線に、密着層を介して少なくとも1層の被覆層が積層されてなるプラスチック光ファイバケーブルであって、

前記鞘部の最外層が、含フッ素オレフィン系樹脂を主成分とし、屈折率が1.31~1.41の範囲にある樹脂組成物(X)からなり、

前記密着層が、塩素化ポリオレフィン系樹脂を主成分とする樹脂組成物(Y)からなり、

前記被覆層の最内層が、ポリプロピレン系樹脂を主成分とする樹脂組成物(Z)からなることを特徴としたプラスチック光ファイバケーブル。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項1】

芯部の外周に鞘部が単層もしくは多層に積層されてなるプラスチック光ファイバ素線に、密着層を介して少なくとも1層の被覆層が積層されてなるプラスチック光ファイバケーブルであって、

前記鞘部の最外層が、含フッ素オレフィン系樹脂を主成分とし、屈折率が1.31～1.41の範囲にある樹脂組成物(X)からなり、

前記密着層が、塩素化ポリオレフィン系樹脂を主成分とする樹脂組成物(Y)からなり、

前記被覆層の最内層が、ポリプロピレン系樹脂を主成分とする樹脂組成物(Z)からなることを特徴としたプラスチック光ファイバケーブル。

【請求項2】

前記ポリプロピレン系樹脂が、プロピレンの単独重合体、プロピレン- α -オレフィン共重合体、プロピレン-エチレン共重合体から選ばれた少なくとも1種であることを特徴とした請求項1に記載のプラスチック光ファイバケーブル。

【請求項3】

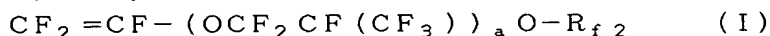
前記樹脂組成物(Z)が、ポリプロピレン系樹脂100質量部に対し、ビニル芳香族化合物を主成分とする重合体ブロック(a1)と共役ジエン化合物を主成分とする重合体ブロック(a2)とを含むブロック共重合体(A1)、もしくはこのブロック共重合体(A1)に水素を添加してなるブロック共重合体(A2)のうちの少なくともいずれか一方を含むブロック共重合体(A)が5～40質量部配合されていることを特徴とした請求項1又は請求項2に記載のプラスチック光ファイバケーブル。

【請求項4】

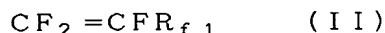
前記ブロック共重合体(A)が、スチレンを主成分とする2個以上の重合体ブロック(a1')と、共役ジエン化合物を主成分とする1個以上の重合体ブロック(a2')とを含むブロック共重合体に水素を添加してなるブロック共重合体(A2')からなり、その総含有量がポリプロピレン系樹脂100質量部に対して10～50質量%で、数平均分子量が30000～400000の範囲にあることを特徴とする請求項3に記載のプラスチック光ファイバケーブル。

【請求項5】

前記含フッ素オレフィン系樹脂が、フッ化ビニリデン単位60～85質量%とテトラフルオロエチレン単位15～40質量%との2元共重合体、フッ化ビニリデン単位10～60質量%とテトラフルオロエチレン単位20～70質量%とヘキサフルオロプロピレン単位5～35質量%との3元共重合体、フッ化ビニリデン単位10～30質量%とテトラフルオロエチレン単位30～80質量%と下記一般式(I)で表されるフルオロビニル化合物の単位5～25質量%との3元共重合体、フッ化ビニリデン単位10～30質量%とテトラフルオロエチレン単位40～80質量%と下記一般式(II)で表されるフルオロビニル化合物の単位0.1～15質量%との4元共重合体から選ばれた少なくとも一種の共重合体であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のプラスチック光ファイバケーブル。



(式中、 R_{f2} は炭素原子数が1～8個のアルキル基もしくはフルオロアルキル基またはアルコキシアルキル基もしくはフルオロアルコキシアルキル基を示し、aは0～3の整数である。)



(式中、 R_{f1} は炭素原子数が1～8個のフルオロアルキル基)

【請求項6】

前記塩素化ポリオレフィン系樹脂の塩素化率が5～70質量%であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のプラスチック光ファイバケーブル。

【請求項7】

前記塩素化ポリオレフィン系樹脂が α 、 β -不飽和カルボン酸単量体によりグラフト変性された変性塩素化ポリオレフィン系樹脂であることを特徴とする請求項1～6のいずれか【発明の詳細な説明】ック光ファイバケーブル。

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラスチック光ファイバケーブル、及びプラグ付きプラスチック光ファイバケーブルに関するものであり、特に、プラスチック光ファイバ素線と被覆層との密着性に優れたプラスチック光ファイバケーブルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

プラスチック光ファイバ（以下、単に「光ファイバ」と称す。）は、端面加工や取り扱いが容易であり、安価で軽量、大口径が得られる等の利点を有し、FA、OA、LAN等の短・中距離通信用媒体として利用されている。

【0003】

光ファイバは、芯および鞘から構成されている。そして、一般にこの光伝送部となる光ファイバ素線部分と、素線部分の外周を被覆する被覆材によって構成され、光ファイバケーブルの形態で用いられている。

【0004】

上記光ファイバケーブルは種々の外部環境下で使用されるため、例えば、耐水性、耐薬品性、耐磨耗性、耐熱性、耐衝撃性等の特性が要求される。特許文献1～4にはこれら特性を満足するために、被覆材としてポリプロピレン樹脂を用いることが記載されている。

【0005】

ところで、光ファイバケーブルでは上記の諸特性とあわせて、光ファイバ素線と被覆材との密着性が高いことも重要である。光ファイバ素線と被覆材との密着性が高ければ、光ファイバ素線を振動などから保護することができ、また、光ファイバケーブルの末端にプラグ等を固定する場合、被覆材上からプラグ等を締め付けて固定すれば良いので、端末処理を簡略化できる。被覆材上からプラグ等を固定できることは、光ファイバ素線保護の観点からも好ましい。加えて、光ファイバケーブルにおいては、高温環境下における被覆材の熱収縮率が小さいことも重要である。被覆材の熱収縮率が小さければ、光ファイバ素線と被覆材との密着性と相俟って、ピストニングの発生を抑えることができる。

さらに、光ファイバケーブルにおいては、取り扱い性の観点から、柔軟性に優れることも重要である。

【特許文献1】

特開平6-102442号公報

【特許文献2】

特開平11-323041号公報

【特許文献3】

特開2000-039542号公報

【特許文献4】

特開2002-48923号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献4に記載されているポリプロピレン樹脂は、上述したように耐水性、耐薬品性、耐磨耗性、耐熱性、耐衝撃性等に優れるだけではなく、安価で、軽量であることから、光ファイバケーブルの被覆材として好適である。しかしながら、ポリプロピレン樹脂は、光ファイバ素線の鞘材として一般に用いられている含フッ素オレフィン系樹脂との密着性が低く、ファイバ素線保護の観点、およびピストニングの発生を抑ええる点からは不十分であった。

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、光ファイバ素線と被覆材との密着性に優れると共に、熱収縮率が小さく、柔軟で取り扱い性に優れた、安価な光ファイバケーブル

ル、及び該光ファイバケーブルを用いたプラグ付光ファイバケーブルを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の光ファイバケーブルは、芯部の外周に鞘部が積層されてなるプラスチック光ファイバ素線に、密着層及び被覆層が、密着層、被覆層の順に積層されて形成されたプラスチック光ファイバケーブルであって、前記鞘部の最外層が、含フッ素オレフィン系樹脂を主成分とし、屈折率が1.31～1.41の範囲にある樹脂組成物(X)からなり、前記密着層が、塩素化ポリオレフィン系樹脂を主成分とする樹脂組成物(Y)からなり、前記被覆層材の最内層が、ポリプロピレン系樹脂を主成分とする樹脂組成物(Z)からなることを特徴とする。

なお、本発明において、「主成分」とは、含有率が60質量%以上、好ましくは70質量%以上の成分であることをいう。

また、本発明のプラグ付き光ファイバケーブルは、上記の本発明の光ファイバケーブルの少なくとも一端に、プラグが固定されたことを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について詳細に説明する。

本発明の光ファイバケーブルは、芯部および芯部の外周に形成された鞘部からなる光ファイバ素線と、光ファイバ素線を被覆する被覆層からなると共に、光ファイバ素線と被覆層との間に、これらの間の密着性を向上させるための密着層が形成されたものである。

【0009】

芯部を形成する芯材としては、公知の材料が使用可能であり、例えば、メタクリル酸メチルの単独重合体(PMMA)又は共重合体を主成分として構成することができる。中でも、透光性・耐久性に優れると共に安価なことから、PMMAを主成分として構成することが好ましい。なお、メタクリル酸メチルの共重合体を用いる場合、メタクリル酸メチル単位の含有量は50質量%以上とすることが好ましい。また、共重合可能な単量体としては、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、 α -アクリル酸ブチル等のアクリル酸エステル類、メタクリル酸エチル、メタクリル酸プロピル、メタクリル酸シクロヘキシル等のメタクリル酸エステル類、マレイミド類、アクリル酸、メタクリル酸、無水マレイン酸、スチレン等を例示できる。

また、芯材としては、耐熱性が要求される場合などには、ポリカーボネート系樹脂や、脂環式ポリオレフィン系樹脂を用いることもできる。

【0010】

鞘部は、単層構造であっても複層構造であっても良いが、少なくとも密着層と接する最外層については、含フッ素オレフィン系樹脂を主成分とする樹脂組成物(X)により構成される。

含フッ素オレフィン系樹脂としては、フッ化ビニリデン系共重合体であって、フッ素原子の含有率が59質量%以上のものが、後述する密着層との密着性に特に優れると共に、耐屈曲性、耐湿熱性、耐薬品性を向上させることができるので好ましい。

【0011】

このようなフッ化ビニリデン系共重合体としては、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとの2元共重合体、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロアセトンとの2元共重合体、フッ化ビニリデンとトリフルオロエチレンとの2元共重合体、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレンとの2元共重合体、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとの3元共重合体、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロアセトンとの3元共重合体、エチレンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとの3元共重合体、テトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとの2元共重合体、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンと(フルオロ)アルキルビニルエーテルとの3元共重合体等を例示できる。

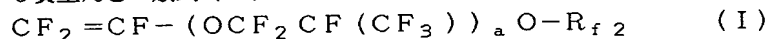
【0012】

これらの中でも、芯部を構成する芯材との密着性に優れ、かつ機械的特性が良好な光ファイバ素線が得られることから、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとの2元共重合体が好適である。特に、フッ化ビニリデン単位60～85質量%とテトラフルオロエチレン単位15～40質量%とからなる2元共重合体は、安価に入手可能であると共に、熱変形温度が高く、耐薬品性、成形加工性に優れることから、好適である。

【0013】

また、低屈折率であるため光ファイバ素線を高開口数化(高NA化)できると共に、光ファイバ素線の曲げ損失光量を低減できることから、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとの3元共重合体も好適である。特に、フッ化ビニリデン単位10～60質量%とテトラフルオロエチレン単位20～70質量%とヘキサフルオロプロピレン単位5～35質量%との3元共重合体は、熱変形温度が実用範囲内にあり、成形加工性、耐屈曲性、耐湿熱性、耐薬品性に優れることから、好適である。

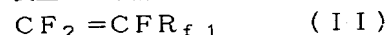
さらにはフッ化ビニリデン単位10～30質量%とテトラフルオロエチレン単位30～80質量%と一般式(I)



(式中、 R_f は炭素原子数が1～8個のアルキル基もしくはフルオロアルキル基またはアルコキシアルキル基もしくはフルオロアルコキシアルキル基を示し、 a は0～3の整数である。)

で表されるフルオロビニル化合物の単位5～25質量%との3元共重合体、

又は、フッ化ビニリデン単位10～30質量%とテトラフルオロエチレン単位40～80質量%と下記一般式(II)

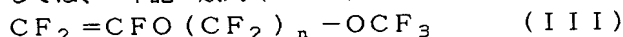


(式中、 R_f は炭素原子数が1～8個のフルオロアルキル基)

で表されるフルオロビニル化合物の単位5～40質量%と、前記一般式(I)で表されるフルオロビニル化合物の単位0.1～15質量%との4元共重合体は、熱変形温度が実用範囲内にあり、成形加工性、耐屈曲性、耐湿熱性、耐薬品性に優れることから、好適である。

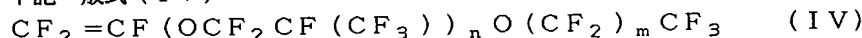
【0014】

一般式(I)で示されるフルオロビニル化合物(以下適宜「FVE」と略する)の単位としては、下記一般式(III)



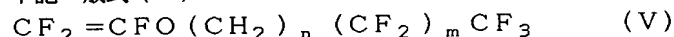
(式中、 n は1～3の整数)

下記一般式(IV)



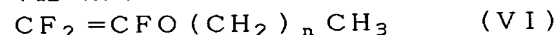
(式中、 n は0～3の整数、 m は0～3の整数)

下記一般式(V)



(式中、 n は1～3の整数、 m は0～3の整数)

下記一般式(VI)



(式中、 n は0～3の整数)

のいずれかで表わされる化合物の単位を用いることができる。

【0015】

さらに、FVE2単位としては、 $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_3$ 、 $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2 \text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2 = \text{CFOCF}_2 \text{CF}_2 \text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2 = \text{CFOCH}_2 \text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2 = \text{CFOCH}_2 \text{CF}_2 \text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2 = \text{CFOCH}_2 \text{CF}_2 \text{CF}_2 \text{CF}_3$ 、 $\text{CF}_2 = \text{CFOCH}_3$ 、 $\text{CF}_2 = \text{CFOCH}_2 \text{CH}_3$ 及び $\text{CF}_2 = \text{CFOCH}_2 \text{CH}_2 \text{CH}_3$ からなる群より選ばれた少なくとも1種の化合物の単位を用いることができる。

【0016】

鞘部の最外層を構成する樹脂組成物(X)は、ASTM D1238に基づき荷重を5kgとして測定した230℃におけるメルトフローレートが、光ファイバ素線の紡糸安定性の観点から、5~200であることが好ましい。

【0017】

また、樹脂組成物(X)としては、光ファイバ素線の曲げ損失光量を十分に低減できることから、アップ屈折率計(ナトリウムD線)を用いて25℃で測定した際の屈折率が1.31~1.41であることが好ましい。

【0018】

鞘部が複層構造からなる場合、最外層以外の層については特に限定されるものではなく、例えば、最外層と同一材料により構成しても良いし、フルオロアルキルメタクリレート系樹脂、フッ化ビニリデン系樹脂、フッ化ビニリデン系樹脂とメタクリレート系樹脂の混合物等の公知の鞘材用材料により構成しても良い。但し、第1層(鞘部材の最内層)には、比較的透明性に優れると共に、内接する芯部や外接する層に対する密着性に優れたものを用いることが好ましい。

【0019】

以上のように構成される光ファイバ素線は、熔融紡糸法等の公知の方法で製造することができる。

【0020】

このような光ファイバ素線は、光ファイバケーブルとして80℃以上の高温環境や温度差の激しい環境で使用する場合の、ヒストニングを抑制するため、熱収縮率が小さいことが好ましい。具体的には、光ファイバ素線を85℃乾熱下で24時間熱処理した時の軸方向の熱収縮率が0.5%以下であることが好ましい。さらに、高温環境下での光ファイバ素線の寸法安定性のより一層の向上及び光ファイバ素線のヒストニングのより一層の低減を図るためには、光ファイバ素線の熱収縮率は0.3%以下であることがより好ましい。光ファイバ素線の熱収縮率が0.5%より大きいと、光ファイバケーブルを85℃以上の高温下で長期使用した場合に、被覆材あるいは密着層によって光ファイバ素線の収縮を完全に抑制することができずヒストニングが発生する場合がある。

【0021】

なお、上記のごとく熱収縮率の小さい光ファイバ素線は、例えば光ファイバ素線を熱処理する等の方法により得られる。熱処理は連続式でもバッチ式でも行うことができるが、芯材のJIS K7121-1987に基づいて測定したガラス転移開始温度 T_g と熱処理温度 T が、 $T_g - 30 \leq T \leq T_g$ を満たす温度で、100時間以下、バッチ式にて熱処理することが好ましい。

【0022】

本発明の光ファイバケーブルにおいて、光ファイバ素線と被覆層との間に形成される密着層は、ポリオレフィン塩素を塩素により変性させたものであり、ポリオレフィン中の水素原子が塩素原子に置換された樹脂組成物である塩素化ポリオレフィン系樹脂を主成分とする樹脂組成物(Y)により構成される。

【0023】

塩素化ポリオレフィン樹脂は、光ファイバ素線の鞘部(鞘部の最外層)及び被覆層(被覆層の最内層)との密着性に優れると共に、湿熱特性に優れており、密着層材料として好適である。また、塩素化ポリオレフィン系樹脂は耐屈曲性にも優れるため、これを密着層として用いることにより、光ファイバケーブルが変形した場合でも、光ファイバ素線に加わった応力を緩衝効果により低減することもできる。

【0024】

塩素化ポリオフィン系樹脂の原料に用いられるポリオレフィンとしては結晶性ポリプロピレン、非晶性ポリプロピレン、プロピレン- α オレフィン共重合体などが挙げられる。これらの中でも被覆層との密着性の点から、ポリオレフィン中のプロピレン単量体成分が30モル%以上であるポリオレフィンが好ましい。

【0025】

塩素化ポリオレフィン系樹脂の塩素化率は特に限定されないが、5～70質量%であることが鞘部および被覆層との密着性のバランスの点で好ましい。塩素化率が少なすぎると光ファイバ素線の最外層（すなわち鞘の最外層）との密着性が低下する傾向があり、塩素化率が多すぎると被覆層の最内層との密着性が低下する傾向がある。

【0026】

また、本発明に用いられる塩素化ポリオレフィン系樹脂は、 α 、 β -不飽和カルボン酸単量体によりグラフト変性された変性塩素化ポリオレフィン系樹脂であってもよい。

グラフト変性とは、塩素化ポリオレフィン系樹脂の存在下で、 α 、 β -不飽和カルボン酸単量体をラジカル重合してグラフト共重合体を生成させることをいう。塩素化ポリオレフィン系樹脂(A)を α 、 β -不飽和カルボン酸単量体でグラフト変性して得られる変性塩素化ポリオレフィン樹脂には、通常、グラフト共重合体とともに、未変性の塩素化ポリオレフィン樹脂(A)、および α 、 β -不飽和カルボン酸単量体(B)の単独重合体またはランダム共重合体が含まれるが、本発明においては、これらを含めて変性塩素化ポリオレフィン系樹脂という。

【0027】

上記 α 、 β -不飽和カルボン酸単量体としては、例えば、マレイン酸、フマル酸、テトラヒドロフタル酸、イタコン酸、シトラコン酸、クロトン酸、アコニット酸、フタル酸、トリメリット酸、ノルボルネンジカルボン酸等の不飽和ポリカルボン酸あるいはこれらの誘導体（例えば、酸無水物、酸ハライド、アミド、イミド、エステル等）；メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、イソプロピル（メタ）アクリレート、n-ブチル（メタ）アクリレート、イソブチル（メタ）アクリレート、t-ブチル（メタ）アクリレート、ヘキシル（メタ）アクリレート、2-エチルヘキシル（メタ）アクリレート、ラウリル（メタ）アクリレート、トリデシル（メタ）アクリレート、ステアリル（メタ）アクリレート、シクロヘキシル（メタ）アクリレート、イソボルニル（メタ）アクリレート、トリシクロデシル（メタ）アクリレート、フェニル（メタ）アクリレート、ベンジル（メタ）アクリレート等の（メタ）アクリレート類；2, 2, 2-トリフルオロエチルメタクリレート、2-（パーフルオロオクチル）エチルメタクリレート等のフルオロアルキルメタクリレート類；2-ヒドロキシエチル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、3-ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、4-ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、3-クロロ-2-ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート等のヒドロキシ基含有単量体；（メタ）アクリルアミド、（メタ）アクリロニトリル、ジアセトンアクリルアミド、ジメチルアミノエチルメタクリレート等の窒素含有物；アリルグリシジルエーテル、グリシジル（メタ）アクリレート等のエポキシ基含有単量体等が挙げられる。これらの中でもマレイン酸、フマル酸、マレイン酸無水物、2, 2, 2-トリフルオロエチルメタクリレート、2-（パーフルオロオクチル）エチルメタクリレート、メチル（メタ）アクリレート、ラウリル（メタ）アクリレート、トリデシル（メタ）アクリレート、ステアリル（メタ）アクリレートが、密着性の点で好ましい。

また、変性塩素化ポリオレフィン系樹脂中の α 、 β -不飽和カルボン酸単量体のグラフト量は、0.1～30質量%、好ましくは1～25質量%である。グラフト量が多すぎると密着力が低下する場合がある。

【0028】

また、ケーブル加工安定性の観点から、密着層を構成する樹脂組成物(Y)の、ASTM D1238に基づき、荷重を2.16kgとして測定した230℃におけるメルトフローレートが20～200g/10分であることが好ましい。

【0029】

密着層のショアA硬度は70以上であることが好ましい。これは、光ファイバケーブルの被覆層上にプラグをかしめ固定し、プラグ付き光ファイバケーブルとして使用する場合、ショアA硬度が70未満では、プラグが外れ易くなる恐れがある。

【0030】

密着層の厚みは5～600 μ mであることが好ましく、10～100 μ mであることがより好ましく、20～50 μ mであることが特に好ましい。密着層の厚みが5 μ m未満では、光ファイバ素線と被覆材との密着性向上効果が十分に発現されない場合があると共に、均一な厚みで密着層を形成することが困難となる傾向にある。また、密着層の厚みが600 μ mよりも大きいと、プラグ付き光ファイバケーブルとして使用した場合に、プラグが外れ易くなる傾向がある。

【0031】

本発明の光ファイバケーブルにおいて、上記のような密着層が形成された光ファイバ素線の外周には単層又は複層よりなる被覆層が形成されるが、被覆層の少なくとも最内層は、ポリプロピレン系樹脂を主成分とする樹脂組成物(Z)により構成される。

【0032】

ポリプロピレン系樹脂は、耐屈曲性、寸法安定性(熱収縮性)、耐水性、耐薬品性、耐摩耗性、耐熱性、耐衝撃性に優れているだけではなく、比較的熔融温度が低いため、加工性に優れると共に、光ファイバ素線の伝送性能を熱劣化させない比較的低い温度で被覆層を形成することができ、好適である。

【0033】

塩素化ポリオレフィン系樹脂を主成分とする密着層の外周部に、最内層の主成分をポリプロピレン系樹脂とする被覆層を設けることで、光ファイバ素線と被覆層と間の密着性に優れた光ファイバケーブルを提供できる。

【0034】

被覆層の最内層を構成する樹脂組成物(Z)の主成分であるポリプロピレン樹脂としては、プロピレンの単独重合体、プロピレン- α -オレフィン共重合体、プロピレン-エチレン共重合体から選ばれた少なくとも1種を用いることが好ましい。

【0035】

さらに、樹脂組成物(Z)としては、主成分としてのポリプロピレン系樹脂に、少なくとも1個のビニル芳香族化合物を主成分とする重合体ブロック(a1)と少なくとも1個の共役ジエン化合物を主成分とする重合体ブロック(a2)とを含むブロック共重合体(A1)、もしくはこのブロック共重合体に水素添加してなるブロック共重合体(A2)から選ばれた少なくとも1種のブロック共重合体(A)を配合したものが好ましい。かかる樹脂組成物を用いることにより、光ファイバケーブルに適度な柔軟性を付与すると共に、光ファイバケーブルの熱収縮性を抑制する効果が得られ、好適である。共役ジエン化合物としては、例えば、ブタジエン、イソプレン、1,3-ペンタジエン、2,3-ジメチル-1,3-ブタジエン等を用いることができる。

【0036】

ブロック共重合体(A)としては、具体的には、スチレン-エチレン-ブチレン-スチレン共重合体(SEBS)、スチレン-ブタジエン-スチレン共重合体(SBS)、スチレン-ブタジエン-ブチレン-スチレン共重合体(SBBS)、水添スチレン-ブタジエンラバー(HSBR)、スチレン-エチレン-ブチレン-オレフィン共重合体(CEBS)、スチレン-ブタジエンゴム(SBR)等を用いることができる。さらに、かかるブロック共重合体(A)をポリプロピレン系樹脂に配合した樹脂組成物(Z)としては、Adflex、Hifax(登録商標 Montell社製、Catalloy TPOシリーズ)、ミラストマー(登録商標 三井石油化学社製)、MKレジン(大日本プラスチック社製)等を用いることができる。

【0037】

ブロック共重合体(A)としては、ポリプロピレン系樹脂中への分散性や、耐熱安定性が優れることから、特に、スチレンを主成分とする2以上の重合体ブロック(a1')と、共役ジエン化合物を主成分とする重合体ブロックに水素添加してなる1以上の重合体ブロック(a2')とを含むブロック共重合体(A2')からなり、総含有量が10～50質量%、数平均分子量が30000～400000のものが好適である。

【0038】

また、ブロック共重合体(A)は、主成分のポリプロピレン系樹脂100質量部に対して、5~40質量部配合することが好ましい。ブロック共重合体(C)の配合量が5質量部未満では、光ファイバケーブルの弾性率が高くなりケーブル取り扱い性が悪化する傾向があると共に、高温環境下における光ファイバケーブルの熱収縮率が大きくなる傾向がある。一方、ブロック共重合体(C)の配合量が40質量部を超える場合には、光ファイバケーブルの耐傷つき性と柔軟性が低下する傾向がある。

【0039】

一般に、ポリプロピレン系樹脂単体を被覆層に用いた場合には、ケーブル形成後にポリプロピレン系樹脂の結晶化が徐々に進行し、光ファイバケーブルが徐々に硬くなる恐れがあるが、ブロック共重合体(C)を配合することにより、PMMAを芯材に使用した光ファイバ素線の通常の使用温度上限である80℃程度の温度においても、光ファイバケーブルの硬化を抑止できる。

【0040】

さらに、ブロック共重合体(A)を配合した樹脂組成物(Z)は、柔軟で耐屈曲性や耐摩耗性に優れるため、光ファイバケーブルが変形した場合の光ファイバ素線に加わる応力などを緩和することができると共に、高温環境下での光ファイバ素線の熱収縮を抑制することもできる。

【0041】

樹脂組成物(Z)のASTM D1238に基づき、荷重を2.16kgとして測定した230℃におけるメルトフローレートは5~200g/10分であることが好ましい。樹脂組成物(Z)のメルトフローレートが5g/10分未満では、光ファイバ素線を被覆する際に、均一で滑らかな被覆が困難となる傾向があり、200g/10分より大きい場合には、機械的強度や耐熱性が低下する傾向がある。

【0042】

また、被覆層のショアA硬度は70以上であることが好ましい。光ファイバケーブルの被覆材上にプラグをかしめ固定し、プラグ付き光ファイバケーブルとして使用する場合、被覆層のショアA硬度が70未満では、プラグが外れ易くなる傾向がある。

【0043】

本発明の光ファイバケーブルにおいては、耐久性、耐環境特性、意匠性を付与するために、上述の一次被覆層の外周に複数層からなる二次被覆層を配設しても良い。二次被覆層の材料としては、光ファイバの被覆材として一般的に用いられている種々の熱可塑性樹脂を用いることができるが、光ファイバケーブルが使用される環境に応じて、ポリアミド系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリプロピレン系樹脂、ポリ塩化ビニリデン系樹脂、塩素化ポリエチレン樹脂、ポリウレタン系樹脂、及びフッ化ビニリデン系樹脂からなる群から選ばれる1種又は2種以上の混合物を用いることができる。

【0044】

被覆層全体の厚みは5~1000μmであることが好ましく、50~600μmであることがより好ましい。被覆層全体の厚みが5μm未満では、被覆材による光ファイバ素線の保護効果が十分に得られなくなる傾向にあり、耐水性、耐薬品性、耐摩耗性、耐熱性、耐衝撃性が不十分となる傾向がある。一方、被覆層全体の厚みが1000μmを超える場合は、光ファイバケーブルの弾性率が高くなり取り扱い性が低下する傾向がある。

【0045】

本発明の光ファイバケーブルにおいては、光ファイバ素線への外光の入射を防止するために、被覆層の最内層にカーボンブラック等の黒色無機成分を含有させても良い。また、光ファイバケーブルの識別性、意匠性を高めるために、被覆層の最外層に着色剤等を添加しても良い。着色剤としては公知のものを使用できるが、染料系の着色剤は高温下で光ファイバ素線に移行して伝送損失を増大させる場合があるため、無機顔料を用いることが好ましい。さらに、光ファイバケーブルに難燃性を付与するために、被覆層の最外層に難燃剤を含有させることが好ましい。難燃剤としては、公知の各種金属水酸化物、燐化合物等を用いることができる。

【0046】

本発明の光ファイバケーブルは、公知の方法により製造できる。例えば、クロスヘッド型被覆装置を用いた押出被覆により、光ファイバ素線の外周に、密着層、被覆層各層を順次積層する方法や、光ファイバ素線の材料に、密着層、被覆層各層の材料を積層して、複合紡糸する方法などが挙げられる。これらの中でも、光ファイバ素線と被覆層の間の引き抜き強度を、所望の値に簡易に制御できることから、クロスヘッド型被覆装置を用いて、光ファイバ素線の外周に、密着層、被覆層各層を順次積層する方法が好ましい。

【0047】

以上説明したように、本発明によれば、鞘部の最外層をフッ素オレフィン系樹脂を主成分とした樹脂組成物(X)で構成し、密着層を塩素化ポリオレフィン系樹脂を主成分とした樹脂組成物(Y)で構成し、被覆層の最内層をポリプロピレン系樹脂を主成分とした樹脂組成物(Z)によって構成することにより、光ファイバ素線と被覆層との密着性に優れると共に、熱収縮率が小さく、柔軟で取り扱い性に優れ、プラグ取り付け時の加工性に優れた、安価な光ファイバケーブルを提供することができる。

【0048】

このような構成による本発明の光ファイバケーブルは、光ファイバ素線と被覆材の間の初期引き抜き強度を15N以上とすることができる。この初期引き抜き強度は、好ましくは20N以上、より好ましくは30N以上とすることである。

【0049】

このように初期引き抜き強度が15N以上である光ファイバケーブルは、光ファイバケーブルの少なくとも一端にプラグを固定し、プラグを介して他の機器等と接続した後、振動などの機械的作用を受けた場合でも、光ファイバ素線と被覆層との密着性が十分であり、光ファイバ素線に過剰な力が作用しても、光ファイバ素線の破断を防止することができる。

【0050】

また、本発明の光ファイバケーブルにおいては、85℃で24時間放置した時の被覆層の熱収縮率を0.5%以下に抑制することができる。特に、被覆層の最内層をポリプロピレン系樹脂にブロック共重合体(A)を適宜配合した樹脂組成物(Z)により構成した場合には、顕著な熱収縮抑制効果が発現される。

【0051】

さらに、本発明の光ファイバケーブルは、光ファイバ素線のピストニングを受発光特性を劣化させない範囲とすることが重要となる通信用途等に使用した場合であっても、光ファイバ素線及び被覆層の熱収縮が抑制され、光ファイバ素線と被覆層の間の引き抜き強度(密着性)も十分であるため、高温環境下においてもピストニングが小さく、伝送特性の劣化が少ない。

【0052】

具体的には、光ファイバケーブルを前述のような構成とすることによって、85℃で24時間放置した時の光ファイバ素線と被覆層の間のピストニングを光ファイバケーブル全長の1/10000以下とすることができる。ピストニングを1/10000以下とすることによって、リンクの各受発光端での光ファイバ素線のピストニングを、光ファイバケーブル1m当たり0.5mm以下とすることができ、受光端と発光端とを併せても1mm以下となるため、位置精度を公差の範囲内とすることができる。85℃で24時間放置した時のピストニングを光ファイバケーブル全長の1/20000以下とすることが好ましく、この場合には85℃で数年以上に渡って連続使用しても受発光特性の劣化がほとんど発生しない、高寿命の光ファイバケーブルを提供できる。

【0053】

また、本発明の光ファイバケーブルでは、引張り降伏点強度が100N以上、曲げ弾性が6~20Nとなり、機械的強度に優れると共に柔軟性に優れ、ケーブル取り扱い性に優れた光ファイバケーブルを提供できる。

さらに、被覆層の最外層をポリプロピレン系樹脂等により構成することによって、耐水性

、耐薬品性、耐摩耗性、耐熱性、耐衝撃性等に優れ、しかも安価で軽量の光ファイバケーブルを提供することができる。

【0054】

本発明の光ファイバケーブルは、その少なくとも一端に、プラグを接続、固定することにより、プラグ付き光ファイバケーブルとすることができる。プラグ付き光ファイバケーブルとすることにより、信号源である光源や検知器に組み込まれたユニットのハウジング、他の光ファイバケーブル等と容易に接続することができる。

【0055】

プラグとしては、例えば光ファイバケーブルを挿入する挿入孔が形成されたプラグ本体と、光ファイバケーブルをこのプラグ本体に固定するためのストッパを備えたものを用いることができる。光ファイバケーブルにプラグを固定する箇所については限定されるものではないが、光ファイバケーブルのプラグを接続する側の端部の被覆層上が好適である。また、本発明のプラグ付き光ファイバケーブルにおいては、プラグ引抜強度は50N以上とすることが好ましい。

【0056】

このようなプラグ付き光ファイバケーブルにおいても、本発明の光ファイバケーブルと同等の効果が得られる。

【0057】

【実施例】

次に、本発明に係る実施例及び比較例について説明する。

【0058】

<伝送損失>

650nmの波長の光を用い、入射光のNA（開口数）を0.1とし、25m-5mカットバック法により測定した。

【0059】

<熱収縮率>

試長間距離を1mとした光ファイバケーブルを85℃の乾燥機内に24時間つり下げた後、試長間距離を再度測定し、試験前後の試長間距離の差（熱収縮量）を試長で除すことで、繊維軸方向の熱収縮率を求めた。

【0060】

<ヒストニング>

長さ1mの光ファイバケーブルの端部を、被覆層の外径よりも50μm大きい内径を有するプラグに挿入し、被覆層をかしめ固定して、85℃の乾燥機内に24時間放置した後の、プラグ端面からの光ファイバケーブルの突出または引込みの長さを測定した。

【0061】

<引抜強度>

被覆層の初期引抜強度（光ファイバ素線と被覆層の間の初期引き抜き強度）を、図1に示すような、光ファイバケーブル10を保持する治具12と、治具12の一端部に形成された突起14を把持するチャック8と、光ファイバケーブル10の剥離部分5を把持するチャック7とを備えた測定装置20を用いて測定した。なお、治具12には、光ファイバケーブル10の被覆部分4が収容される保持室13と、光ファイバケーブル10の剥離部分5よりも大きく被覆部分4よりも狭い貫通孔15が形成されている。

測定にあたっては、一端側の被覆層を剥離した光ファイバケーブルを用意し、光ファイバケーブルの被覆部分4の長さが30mmになるように切断した。次に、治具12に形成されている保持室13内に光ファイバケーブルの被覆部分4を収容し、光ファイバケーブルの剥離部分5を貫通孔15から抜き出した。

その後、治具12の一端部に形成されている突起14をチャック8で把持し、光ファイバケーブルの剥離部分5をチャック7で把持した。次いで、光ファイバケーブル10の中心軸方向（図中矢印方向）に沿って、50mm/minの一定速度でチャック8を移動させて治具12を引っ張り、光ファイバケーブル10の被覆部分4において剥離部分5よりも

厚い部分を引き抜いた。このときの引き抜き応力と、光ファイバケーブル10の被覆部分4において剥離部分5よりも厚い部分の引き抜き方向へのずれ量との関係を示す曲線から、引き抜く際の応力のピーク値を読みとり引抜強度とした。

また、プラグ付き光ファイバケーブルのプラグ引き抜き強度についても、同様に測定した。

【0062】

<曲げ弾性率>

光ファイバケーブルを2つの固定点で固定し、ケーブル曲げ具を用いて光ファイバケーブルを中心軸に対して垂直に押圧した。固定点の間隔は15mmとした。押圧時、ケーブルは、曲率半径5mmの円弧形状となった。ケーブル曲げ具が押圧開始から1mm変位したときのケーブル曲げ具にかかる応力(N)を測定し、曲げ弾性率(N/mm)とした。

【0063】

<引張り降伏点強度>

テンシロン測定機(オリエンテック社製、UTM-11-20)を用いて測定を行った。光ファイバケーブルを間隔100mmの2つの固定点(チャック)で固定し、テンシロン測定機の引張り速度を100mm/分として、降伏点強度(N)を測定し、引張り降伏点強度とした。

【0064】

(塩素化ポリエチレン樹脂の合成例)

冷却管、温度計、滴下ロートおよび攪拌機を備えたフラスコに、トルエン670質量部と、塩素化ポリプロピレン35質量部を加え、内温85℃にて塩素化ポリプロピレンを溶解させた。塩素化ポリプロピレンとしては、日本製紙社製スーパークロンHP-620(登録商標)を使用した。次いで、メチルメタクリレート5.5質量部と2,2,2-トリフルオロエチルメタクリレート10.5質量部とモノブチルパーオキシベンゼート0.15質量部の混合液を20分にわたって滴下した後、内温85℃にて7時間保持して重合反応させた。反応物を室温に冷却した後、大量のメタノール中に投入して精製し、変性塩素化ポリプロピレン樹脂を得た。得られた樹脂のグラフト率を¹H-NMRで測定したところ18%であった。

【0065】

(実施例1)

芯部を構成する芯材としてPMMA、鞘部の第1層(鞘部の最内層)を構成する材料として、2,2,2-トリフルオロエチルメタクリレート(3FM)/2-(パーフルオロオクチル)エチルメタクリレート(17FM)/メタクリル酸メチル/メタクリル酸(質量比51/31/17/1)からなる共重合体、鞘部の第2層(鞘部の最外層)を構成する材料として、フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン/ヘキサフルオロプロピレン(質量比48/43/9、屈折率1.374)からなる共重合体を用い、これらを熔融して225℃の紡糸ヘッドに供給し、同心円状複合ノズルを用いて複合紡糸した後、150℃の熱風加熱炉中で繊維軸方向に2倍に延伸し、鞘部の第1層の厚みが10μm、第2層の厚みが10μmである、単層構造の芯部と2層構造の鞘部とからなる外径1mmの光ファイバ素線を得た。次いで、光ファイバ素線をボビンに巻き取り、その状態で、90℃乾熱下で3日間熱処理を行った。熱処理後の光ファイバ素線の伝送損失は135dB/kmであり、85℃乾熱下で24時間放置した場合の光ファイバ素線の熱収縮率は0.15%であった。なお、伝送損失および熱収縮率は、後述する光ファイバケーブルの伝送損失および熱収縮率と同様に測定した。

得られた光ファイバ素線の外周に、クロスヘッドケーブル被覆装置を用いて、200℃に設定したクロスヘッドダイにて塩素化ポリプロピレン(日本製紙社製、スーパークロンHP-620)からなる厚み600μmの密着層、その上にポリプロピレン樹脂(出光石油化学社製、Y3000GV)80質量部にスチレン-エチレン-ブタジエン-スチレン共重合体(日本合成ゴム社製、ダイナロン8600P)20質量部を混合した樹脂組成物からなる厚み150μmの被覆層を同時に形成し、外径1.5mmの光ファイバケーブルを

得た。さらに、光ファイバケーブルの端部に接続用プラグを取り付けてプラグ付き光ファイバケーブルを得た。

得られた光ファイバケーブルの伝送損失、引抜強度、熱収縮率、ピストニング、引張り降伏点強度、及び投げ弾性率を測定し、その結果を表2に示した。また、得られたプラグ付き光ファイバケーブルのプラグ引抜強度を測定し、その結果を表2に示した。

【0066】

(実施例2～3)

鞘部の最外層及び被覆層を、表1記載の材料に変更した以外は、実施例1と同様にして、光ファイバケーブル及びプラグ付き光ファイバケーブルを得た。

得られた光ファイバケーブルの伝送損失、引抜強度、熱収縮率、ピストニング、引張り降伏点強度、及び投げ弾性率を測定し、その結果を表2に示した。また、得られたプラグ付き光ファイバケーブルのプラグ引抜強度を測定し、その結果を表2に示した。

【0067】

(実施例4～6)

密着層を合成例で得られた変性塩素化ポリプロピレン系樹脂に変更し、被覆層を表1記載の材料に変更した以外は、実施例1と同様にして、光ファイバケーブル及びプラグ付き光ファイバケーブルを得た。

得られた光ファイバケーブルの伝送損失、引抜強度、熱収縮率、ピストニング、引張り降伏点強度、及び投げ弾性率を測定し、その結果を表2に示した。また、得られたプラグ付き光ファイバケーブルのプラグ引抜強度を測定し、その結果を表2に示した。

【0068】

(比較例1)

密着層を形成しなかった以外は、実施例1と同様にして光ファイバケーブル及びプラグ付き光ファイバケーブルを得た。

得られた光ファイバケーブルの伝送損失、引抜強度、熱収縮率、ピストニング、引張り降伏点強度、及び投げ弾性率を測定し、その結果を表2に示した。また、得られたプラグ付き光ファイバケーブルのプラグ引抜強度を測定し、その結果を表2に示した。

【0069】

(比較例2)

被覆層を表1記載の材料に変更した以外は、実施例1と同様にして、光ファイバケーブル及びプラグ付き光ファイバケーブルを得た。

得られた光ファイバケーブルの伝送損失、引抜強度、熱収縮率、ピストニング、引張り降伏点強度、及び投げ弾性率を測定し、その結果を表2に示した。また、得られたプラグ付き光ファイバケーブルのプラグ引抜強度を測定し、その結果を表2に示した。

【0070】

【表1】

	芯材	鞘材			密着層	被覆層(質量%)
		第1層(質量%)	第2層(質量%)	第2層屈折率		
実施例 1	PMMA	3FM/17FM/MMA/MAA=5 1/31/17/1	VdF/TFE/HFP=48/43/9	1.377	塩素化PP	PP/SEBS=80/20
実施例 2	PMMA	同上	VdF/TFE=75/25	1.402	塩素化PP	PP/SEBS=90/10
実施例 3	PMMA	同上	VdF/TFE/HFP=40/40/20	1.365	塩素化PP	PP/PP-l-octene=80/20
実施例 4	PMMA	同上	VdF/TFE/HFP=34/46/20	1.358	変性塩素化PP	PP/PE/EPDM=75/5/20
実施例 5	PMMA	同上	VdF/TFE/HFP=27/58/15	1.355	変性塩素化PP	PP
実施例 6	PMMA	同上	VdF/TFE/HFP=48/43/9	1.377	変性塩素化PP	PP
比較例 1	PMMA	同上	VdF/TFE/HFP=48/43/9	1.377	なし	PP/SEBS=80/20
比較例 2	PMMA	同上	VdF/TFE/HFP=48/43/9	1.377	塩素化PP	PE

【0071】

表1における各略号は以下の化合物を示す。

PMMA：ポリメタクリル酸メチル

3FM：2，2，2-トリフルオロエチルメタクリレート

17FM：2-（パーフルオロオクチル）エチルメタクリレート

MMA：メタクリル酸メチル

MAA：メタクリル酸

VdF：フッ化ビニリデン

TFE：テトラフルオロエチレン

HFP：ヘキサフルオロプロピレン

PP：ポリプロピレン樹脂

PP-1-octene: ポリプロピレンと1-オクテンの共重合体

SEBS: スチレン-エチレン-ブタジエン-スチレン共重合体

EPDM: エチレン単位、プロピレン単位、ジエン単位を含む共重合体

【0072】

【表2】

	伝送損失 (dB/km)	引抜強度 (N)	熱収縮率 (%)	ピストニング (μ m)	ブラグ引抜強度 (N)	引張り降伏点強度 (N)	曲げ弾性率 (N/mm)
実施例1	136	22	0.2	13	50	140	13
実施例2	135	26	0.23	15	52	150	15
実施例3	135	24	0.22	15	50	160	14
実施例4	133	21	0.19	12	50	120	9
実施例5	134	18	0.3	23	60	120	20
実施例6	134	23	0.29	21	58	120	20
比較例1	136	4	0.25	90	50	140	13
比較例2	134	6	0.35	117	37	90	5

【0073】

表2に示すように、鞘部の最外層（鞘部の第2層）をフッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン/ヘキサフルオロプロピレン3元共重合体又はフッ化ビニリデン/テトラフル

変性塩素化ポリプロピレン樹脂により構成し、被覆層をポリプロピレン樹脂を主成分として構成した実施例1〜6において得られた光ファイバケーブルの伝送損失は134〜136 dB/kmと小さく良好であった。また、光ファイバ素線と被覆層との間の初期引き抜き強度はいずれも18N以上であり、光ファイバ素線と被覆層との密着性も良好であった。また、光ファイバケーブルを85℃で24時間放置した時の被覆層の熱収縮率は、いずれも0.30%以下、ピストニングは光ファイバケーブル1mあたり23μm以下、引張り降伏点強度が100N以上、曲げ弾性が9〜20Nと良好であった。また、プラグ付き光ファイバケーブルの初期のプラグ引き抜き強度もいずれも50N以上と良好であった。

【0074】

これに対して、密着層を設けず、光ファイバ素線の外周部にポリプロピレン樹脂を主成分とする被覆層を直接設けた構成の比較例1では、光ファイバ素線と被覆層との間の初期引き抜き強度が4Nと実施例と比較して著しく小さく、光ファイバ素線と被覆層との密着性が不十分であった。また、光ファイバケーブルを85℃で24時間放置した時の被覆層の熱収縮率は0.4%以下と実施例と同様であったが、ピストニングが光ファイバケーブル1mあたり90μmと実施例と比較して著しく大きい結果となった。

【0075】

実施例と同様の密着層を形成しても、光ファイバ素線の外周部にポリエチレン樹脂からなる被覆層を設けた構成の比較例2では、光ファイバ素線と被覆層との間の初期引き抜き強度が6Nと、同じ密着層材料を用いた実施例1と比較して密着性が著しく小さく不良であった。また、光ファイバケーブルを85℃で24時間放置した時の被覆層の熱収縮率は0.4%以下と実施例と同様であったが、ピストニングが光ファイバケーブル1mあたり117μmと実施例と比較して著しく大きい結果となった。

【0076】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、光ファイバ素線と被覆材との密着性に優れると共に、熱収縮率が小さく、柔軟で取り扱い性に優れ、安価な光ファイバケーブル、及びプラグ付光ファイバケーブルを提供することができる。

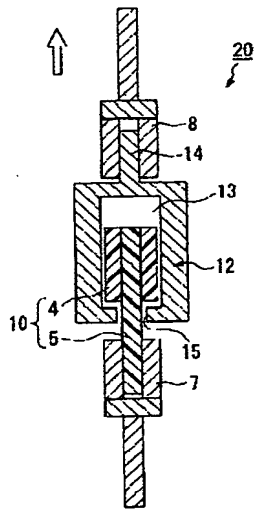
【図面の簡単な説明】

【図1】 引抜き強度の測定方法を説明するための断面図である。

【符号の説明】

- 10 光ファイバケーブル
- 20 測定装置

【図1】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.